

Kern & Co. AG
5001 Aarau Schweiz
Werke für
Präzisionsmechanik
und Optik



N.V. HANDELSVERENIGING
HAGEN
ROTTERDAM-1
KANTORENFLAT OOSTPLEIN
Tel. 010 - 13 48 90
Telegr. Enveharo Telex 23069

Ook showrooms te:

Amsterdam

Eindhoven

Hengelo (O)

Doppelseite:
Zwangszentrierte Messung eines Polygonzuges mit der Polygonausrüstung PZ.



Zentrierstativ
Zwangszentrierung
Polygonausrüstung

Polygonierung und Zwangszentrierung

Abb. 1
Winkel- und Distanzmeßfehler als Folge von ungenauem Neuzentrieren der Instrumente über dem Bodenpunkt oder ungenauem Auswechseln auf stehenbleibenden Stativen.

- ○ Polygonpunkt am Boden
- Sollwinkel
- — Solldistanzen
- ◎ Theodolit
- ⊕ Signaltafel
- tatsächlich gemessene Polygonwinkel
- ⊖ Lage der Distanzlatte
- --- tatsächlich gemessene Distanzen

Die Polygonierung wird sehr häufig zur Bestimmung von Neupunkten angewandt. Polygonzüge passen sich gut allen örtlichen Gegebenheiten an, viel besser als etwa Triangulationen, für die zudem vor Meßbeginn eine zeitraubende Signalisierung aller Punkte notwendig ist.

Polygonierungen erfordern neben Winkelmessungen auch Distanzmessungen.
In einfachsten Fällen können Polygonzüge ohne besondere instrumentelle Hilfsmittel, außer Theodolit und Stativ, gemessen werden. Dabei wird über den anzuzielenden Punkten etwa ein Senkel oder Nagel gehalten, vielleicht ein Jalon aufgestellt; die Distanzen mißt man mit einem Meßband oder mit Hilfe der Strichdistanzmessung, wie sie bei Bussolenzügen üblich ist. Derartige Polygone genügen nur bescheidenen Genauigkeitsansprüchen. In der Katastervermessung und im Bauwesen muß durchwegs eine höhere Genauigkeit erreicht werden, so daß die Brechungswinkel der Züge nach Signaltafeln auf genau über den Polygonpunkten zentrierten Stativen und die Distanzen optisch mit Doppelbildtachymetern oder mit Basislatte und Sekundentheodolit gemessen werden müssen. Ungenaues Neuzentrieren jedes einzelnen Instrumentes über dem Bodenpunkt, oder ungenaues Auswechseln auf stehenbleibenden Stativen hat Meßfehler in Winkeln und Distanzen zur Folge (Abb. 1).

Abb. 1

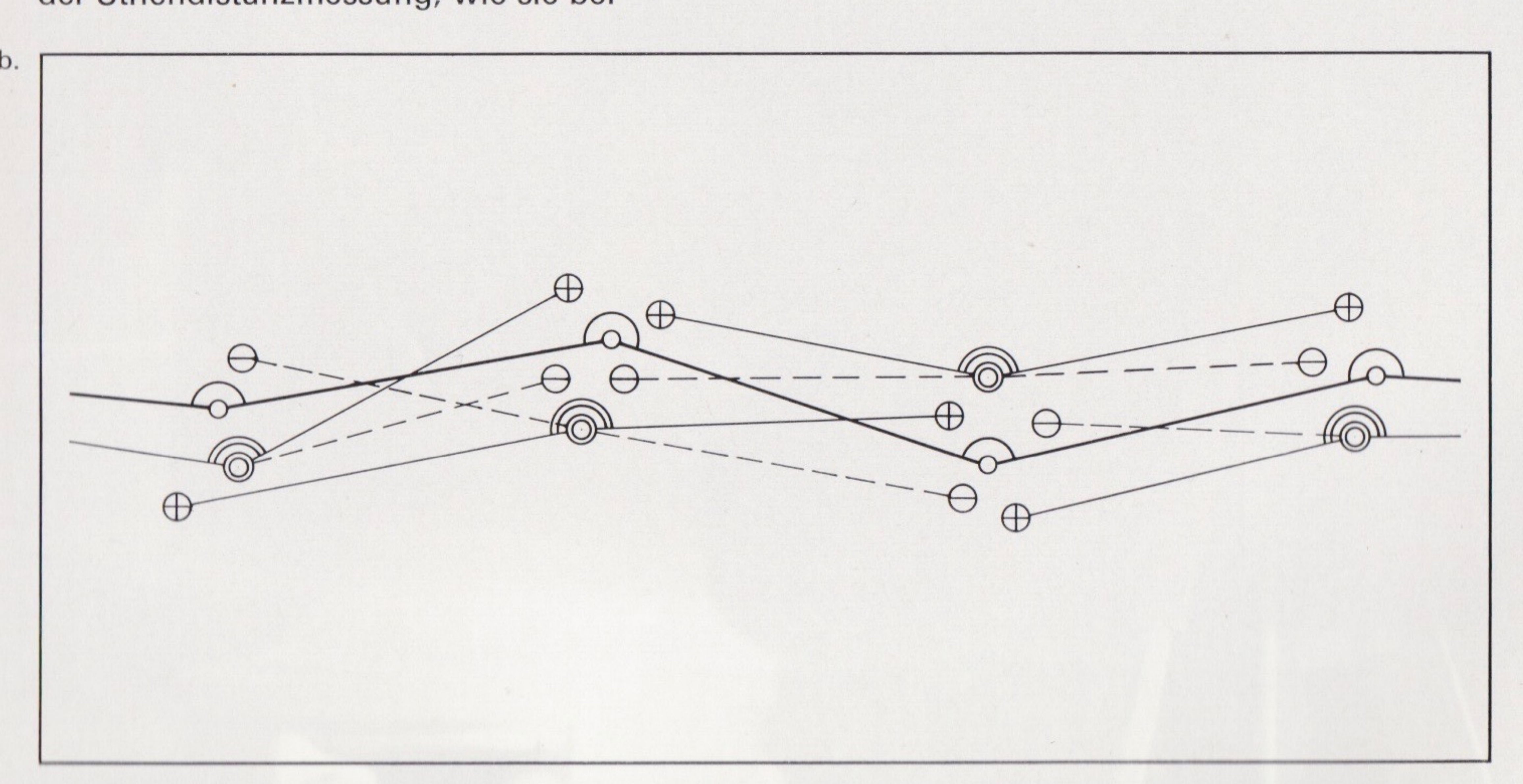


Abb. 2
Messung eines Polygonzuges mit guter Zwangszentrierung und schlechter Zentrierung über dem Bodenpunkt

- ○ Polygonpunkt am Boden
- ◎ Zentren von Theodolit, Signaltafel und Distanzlatte

Noch weiter gesteigerte Genauigkeiten ermöglicht die Zwangszentrierung von Signaltafeln, Distanzlatten und Theodolit auf den Stativen. Mit Zwangszentrierung ausgerüstete Meßinstrumente können auf den Stativen gegeneinander genau ausgewechselt werden. Die Zentren des Theodolits, der Signaltafel, der Basislatte, des Fußes von Horizontallatten oder des optischem Lotes kommen auf Bruchteile eines Millimeters an denselben Ort zu liegen, wie das Zentrum des vorangegangenen Instrumentes. Die Stative bleiben dabei unverändert stehen.
Beim Umsetzen von Theodolit und Signaltafel stimmen deren Zentren dank der Zwangszentrierung auf weniger als 0,1 mm genau überein. Die Zwangszentrierung sichert eine gute innere Übereinstimmung aller Messungen. Diese Messungen beziehen sich auf das Zentrum des Stativkopfes.
Wie genau sie sich auf den Bodenpunkt beziehen, ist abhängig von der Zentrierung des Statives mit Hilfe von Senkel, optischem Lot oder Zentrierstock. Abb. 2 zeigt eine Polygonmessung mit guter Zwangszentrierung und schlechter Zentrierung über dem Bodenpunkt.
Die Lagebestimmung eines Neupunktes ist bestenfalls so gut wie die Zentrierung des Meßinstrumentes über der Punktversicherung. Mit Senkeln wird unter günstigen Umständen eine Genauigkeit von ± 1 mm erreicht, die optischen Lote von Theodolit und Signaltafel sind genauer, sofern sie auf Umschlag geprüft werden können, am bequemsten in der Handhabung und fast so genau wie die optischen Lote sind Zentrierstöcke. Kern hat eine Polygonausrüstung geschaffen, die sich dank dem automatischen Zentrierstativ und der einfachen Zwangszentrierung für die rasche und genaue Messung von Polygonzügen vorzüglich eignet.
Die folgenden Seiten geben Aufschluß über das Kern Zentrierstativ und seine entscheidenden Vorteile, die Kern-Zwangszentrierung und die Kern-Polygonausrüstung mit ihren vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten.

Abb. 2

Das Kern-Zentrierstativ

Abb. 3
Konstruktionsprinzip des Kern Zentrierstatives
1 Stativteller
2 Stativkopf
3 Aufnahmeplatte
4 Anzugschraube
5 Zentrierstock
6 Dosenlibelle

Das Besondere am Kern-Zentrierstativ liegt darin, daß die einfache Operation des Zentrierens automatisch auch die Grobhorizontierung des Instrumentes liefert. Daraus ergibt sich eine stark vereinfachte Arbeitsweise und ein unerreicht rasches Erstellen der Meßbereitschaft.

Konstruktion

Aus Abb. 3 geht das Konstruktionsprinzip des Zentrierstativs hervor. Der Stativteller (1) trägt nicht direkt das Instrument, sondern den verschiebbaren Stativkopf (2), dessen Oberteil kugelförmig ausgebildet ist. Auf der Kugelzone sitzt die Aufnahmeplatte (3), auf die das Instrument aufgesetzt wird. Die Aufnahmeplatte ist rechtwinklig auf dem teleskopartig ausziehbaren Zentrierstock (5) befestigt. Dieser trägt eine justierbare, auf Umschlag prüfbare Dosenlibelle (6). Mit der Anzugschraube (4) werden Aufnahmeplatte und Stativkopf auf dem Stativteller festgeklemmt.

Arbeitsweise

Diese Konstruktionsmerkmale ermöglichen die folgende einfache Arbeitsweise: Das Stativ wird über dem Bodenpunkt aufgestellt und die Spitze des Zentrierstockes in das Zentrum eingesteckt. Durch Eintreten der Stativschuhe oder durch Verschieben der Beine wird der Zentrierstock soweit senkrecht gestellt, daß die Dosenlibelle am

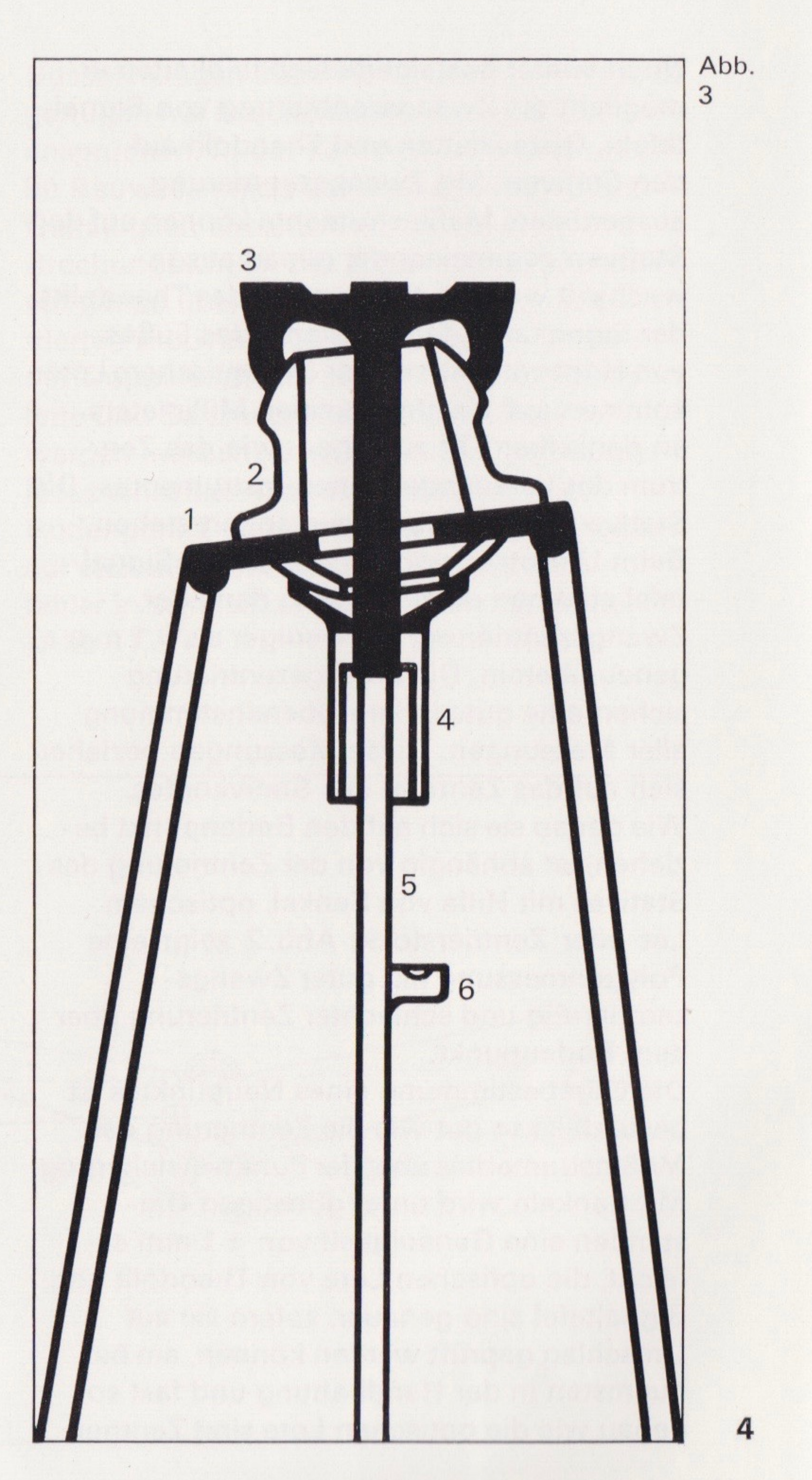


Abb. 3

Zentrierstock ganz grob einspielt. Dabei braucht der Stativteller nicht waagrecht zu liegen. Nun verschiebt man den Stativkopf auf dem Stativteller, bis die Dosenlibelle genau einspielt. Damit steht der Zentrierstock senkrecht und die Aufnahmeplatte liegt waagrecht. Nach Festziehen der Anzugschraube kann das Instrument aufgesetzt werden, das jetzt mit einem mittleren Fehler von ± 0,5 mm über dem Bodenpunkt zentriert und auf etwa 1′ horizontiert ist. Bruchteile einer Umdrehung an den Horizontierknöpfen genügen, um das Instrument nach der Horizontierlibelle endgültig zu horizontieren.

Auf diese Weise erstellt der Beobachter in jedem Gelände rasch und mühelos die Meßbereitschaft. Der Zeitaufwand gegenüber der Arbeit mit einem Stativ herkömmlicher Bauart verringert sich dabei in jedem Fall um die Hälfte, bei schwierigen Stationsbezügen und für ungeübtes Personal aber um bedeutend mehr.

Weitere Vorteile des Zentrierstatives

Einfaches und sicheres Befestigen des Instrumentes

Nach dem Aufsetzen des Instrumentes wird der Verschlußhebel angezogen. Dadurch verbindet ein Bajonettverschluß das Instrument fest und sicher mit dem Stativ. Auf die gleiche Weise lassen sich auch die Signaltafel und die Distanzmeßlatten auf dem Zentrierstativ befestigen.

Abb. 4
Zentrierstativ Nr. 173
1 Aufnahmeplatte
2 Bajonettverschluß
3 Stativkopf
4 Stativteller
5 Zentrierstock mit Dosenlibelle (Empfindlichkeit 10–15′) und Skala für Instrumentenhöhe

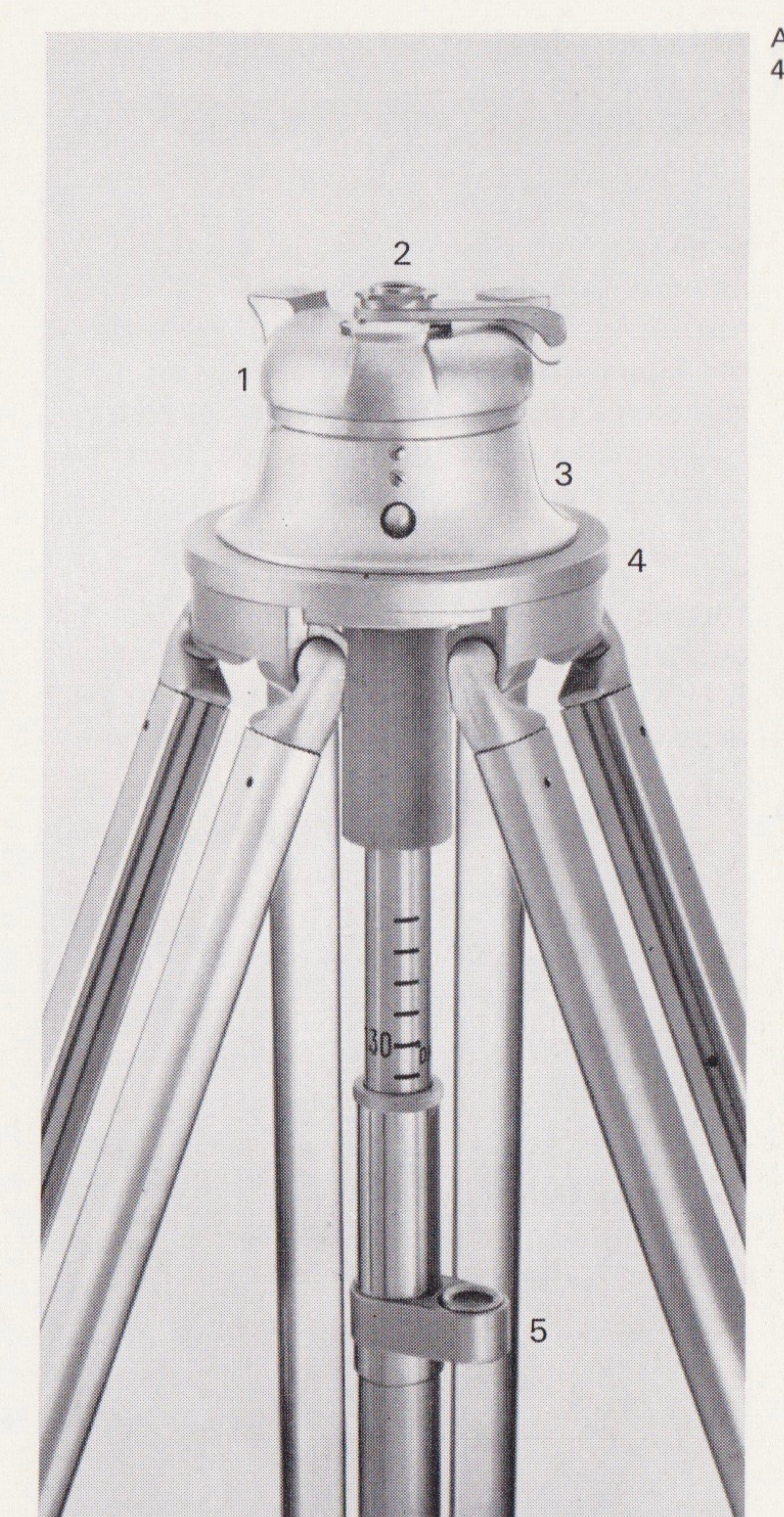


Abb. 4

Abb. 5
Zentrierstativ mit Senkel, über einer Mauer aufgestellt.

Abb. 6
Zentrierstativ mit verlängertem Zentrierstock, über einem tiefliegenden Punkt aufgestellt.

Ablesung der Instrumentenhöhe am Zentrierstock

Der Zentrierstock trägt eine Zentimeter- oder Fußteilung, an der unabhängig von der Horizontierung des Instrumentes und von der Schiefstellung des Stativtellers die Instrumentenhöhe abgelesen werden kann. Unter Instrumentenhöhe versteht man den Abstand der Kippachse des Theodolits, des horizontalen Zielkeiles der Signaltafel oder der Höhenmarke des Lattenfußes von der Stockspitze. Die Angabe der Instrumentenhöhe bezieht sich auf eine Kippachsenhöhe von 100 mm für den DKM 1 und DK 1, von 160 mm für den DKM 2 und von 170 mm für den DKM 3, DK-RT, DK-RV, K 1-A und K 1-RA. Oben am Zentrierstock sind alle mit der Skala übereinstimmenden Theodolite angegeben. Die Signaltafel wird mit Zielkeilhöhen von 160 mm und 170 mm hergestellt.

Abb. 5

Spezialzentrierstock

In den seltenen Fällen, wo die Zentriergenauigkeit von ± 0,5 mm nicht ausreicht und auf etwa ± 0,1 mm genau zentriert werden soll, kann der normale Zentrierstock gegen einen Spezial-Zentrierstock ausgewechselt werden. Dieser trägt in seiner Spitze eine zentrische Kreismarke. Nach der Grobzentrierung mit der Dosenlibelle erfolgt die endgültige Zentrierung mit dem optischen Lot des Instrumentes oder mit dem optischen First- und Bodenlot nach der Kreismarke.


Abb. 6

Abb. 7
Auch in steilem Gelände läßt sich das Zentrierstativ rasch und mühelos aufstellen.

Zentrierung über erhöhten oder tiefliegenden Punkten

Um das Stativ über einem hohen Pfahl oder einer Mauer aufstellen zu können, wird der Zentrierstock herausgeschraubt. Zur Grobhorizontierung läßt sich die Dosenlibelle mit ihrem Träger am Zentrierstock abschrauben und unten am Stativkopf wieder einschrauben. Die Zentrierung erfolgt mit dem Senkel oder dem optischen Lot des Instrumentes.
Der Zentrierstock reicht für Instrumentenhöhen von 1,2 bis 1,8 m über dem Bodenpunkt. Soll das Instrument über einem tiefliegenden Punkt zentriert werden, wie z. B. bei Aufnahmen für den Leitungskataster, so lassen sich ein oder mehrere 50 cm lange Verlängerungsrohre mit Bajonettverschluß am Zentrierstock befestigen.

Drei verschiedene Modelle

Das Zentrierstativ wird, den verschiedenen Theodolittypen angepaßt, in drei Größen hergestellt:

Nr.	bestimmt für:	paßt auch für:
171	DKM 1, DK 1	alle außer DKM 3
173	DKM 2, K 1-A, K 1-RA, DK-RV, DK-RT	alle
174	DKM 3, DKM 3-A	alle außer DKM 1, DK 1

Die Stative Nr. 171 und 173 besitzen ausziehbare Leichtmetallbeine.
Das Stativ Nr. 174 wird mit festen Holzbeinen ausgeführt.

Abb. 7

Die Kern-Zwangszentrierung

Auf den Kern-Zentrierstativen sind alle Kern-Theodolite, Signaltafeln, Füße von Horizontallatten, optischen Lote und die Invarbasislatte automatisch zwangszentriert. Das zwangszentrierte Auswechseln von Instrumenten, Signaltafeln und Lattenhaltern geschieht ohne jede zusätzliche Manipulation, noch sind dazu irgendwelche Zusatzteile erforderlich.
Alle Theodolite und die oben erwähnten Hilfsgeräte besitzen auf der Unterseite einen kalibrierten Zentrierzapfen. Wenn das Instrument auf das Stativ aufgesetzt wird, greift der Zentrierzapfen automatisch in die im Zentrum der Aufnahmeplatte befindliche Bohrung ein. Auf diese Weise bleibt die Zentrierung beim Auswechseln von Theodolit gegen Hilfsgerät auf dem einmal aufgestellten Stativ auf etwa ± 0,03 mm genau erhalten. Auch die Kern-Pfeilergrundplatten besitzen dieselbe Zwangszentrierung. Die Kern-Zwangszentrierung darf als die einfachste, rascheste und wohl auch genaueste bezeichnet werden.

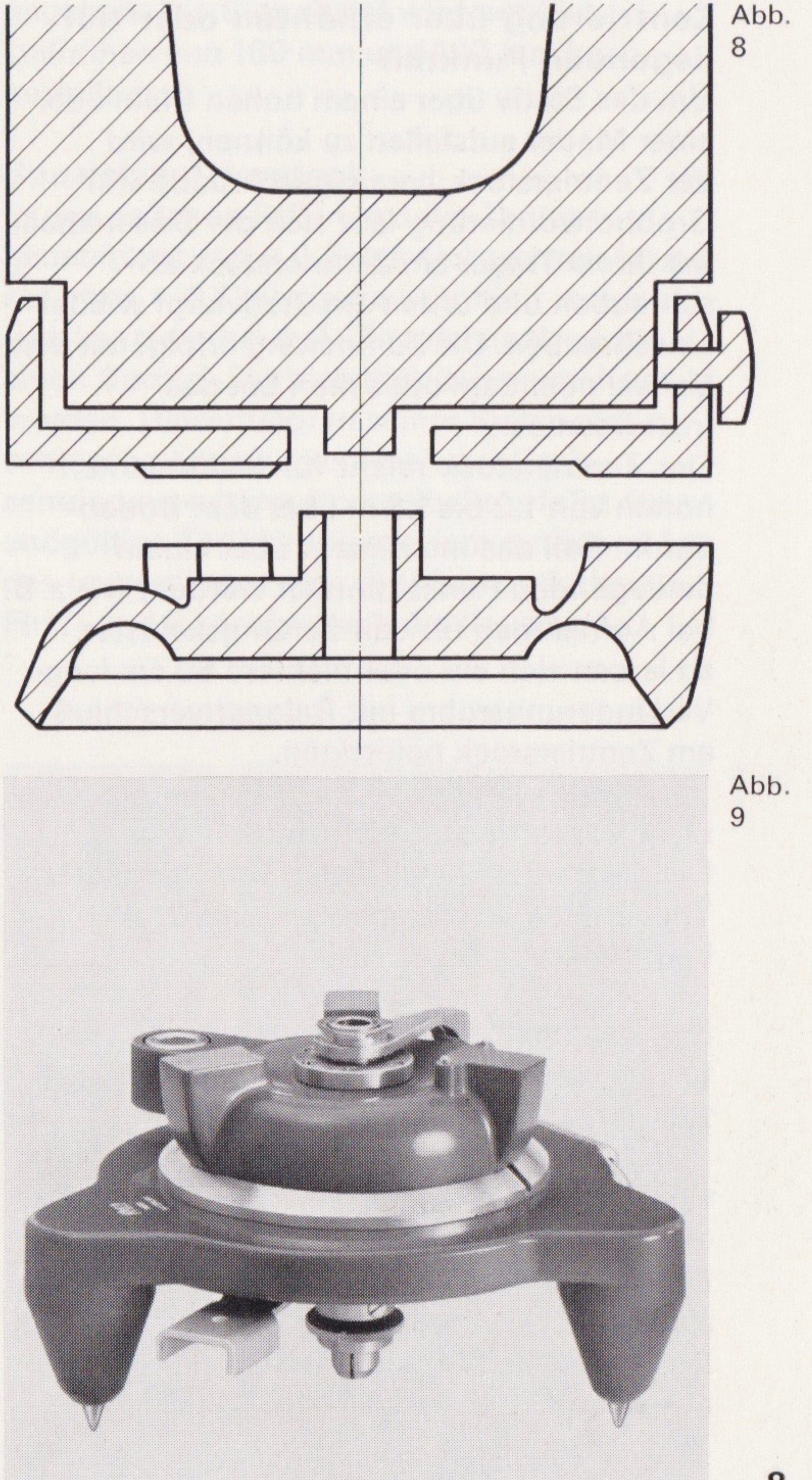


Abb. 8

Abb. 9

Abb. 8
Zwangszentrierung Kern
Beim Aufsetzen des Instrumentes (oben) auf das Zentrierstativ oder die Pfeilergrundplatte (unten) greift der zylindrische Zapfen automatisch in die entsprechende Bohrung ein.

Abb. 9
Die Kern-Pfeilergrundplatten besitzen dieselbe Zwangszentrierung wie die Zentrierstative.

Abb. 10
Beim Auswechseln von Theodolit und Signaltafel auf dem Kern-Zentrierstativ sind die Instrumente automatisch zwangszentriert.

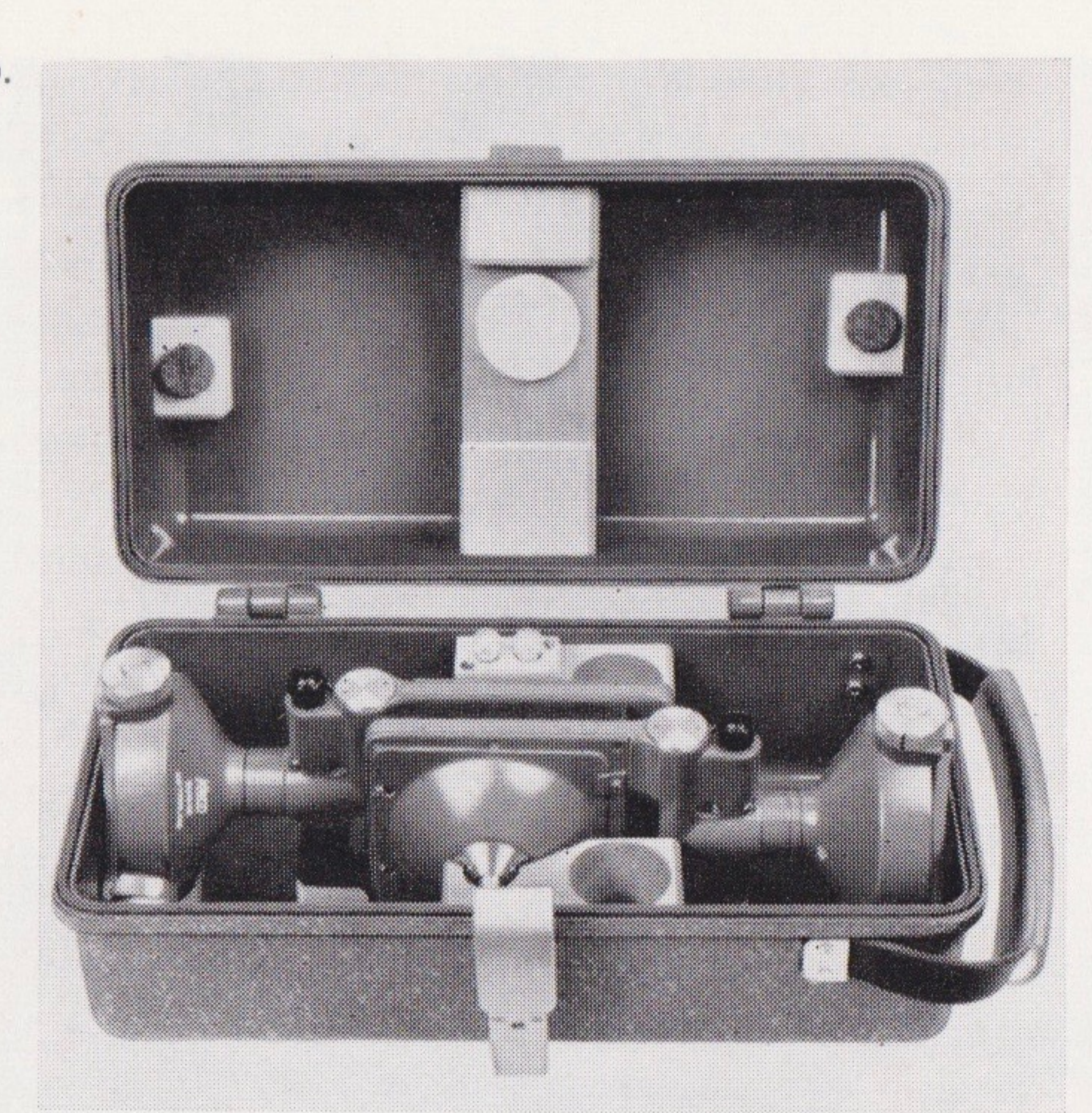


Die Polygonausrüstung PZ

Abb. 11
Die beiden Signaltafeln mit elektrischer Beleuchtung der Polygonausrüstung PZ im Metallbehälter. Auch für Ersatzglühlämpchen und -batterien ist im Behälter Platz vorhanden.

Abb. 12
Zwangszentrierte Messung von Polygonzügen.

Abb. 11



Die Polygonausrüstung PZ umfaßt zwei Zentrierstative und zwei Signaltafeln mit elektrischer Beleuchtung, die aus einem Reflektor und einem Batteriekörper besteht. Die beiden Signaltafeln mit Beleuchtung sind in einem Metallbehälter verpackt.

Zusammen mit dem Zentrierstativ eines Kern-Theodolits gestattet die Polygonausrüstung PZ Polygonzüge zwangszentriert zu messen. Nach der Messung von Horizontal- und Höhenwinkeln wird das in Arbeitsrichtung über dem letzten Polygonpunkt aufgestellte Stativ mit der Signaltafel auf dem übernächsten Punkt aufgestellt und zentriert. Die übrigen beiden Stative, d. h. die letzte gemessene Polygonseite, bleiben für die Messung des anschließenden Polygonwinkels stehen, wobei Theodolit und Signaltafel ausgetauscht werden (Abb. 10).

Abb. 12

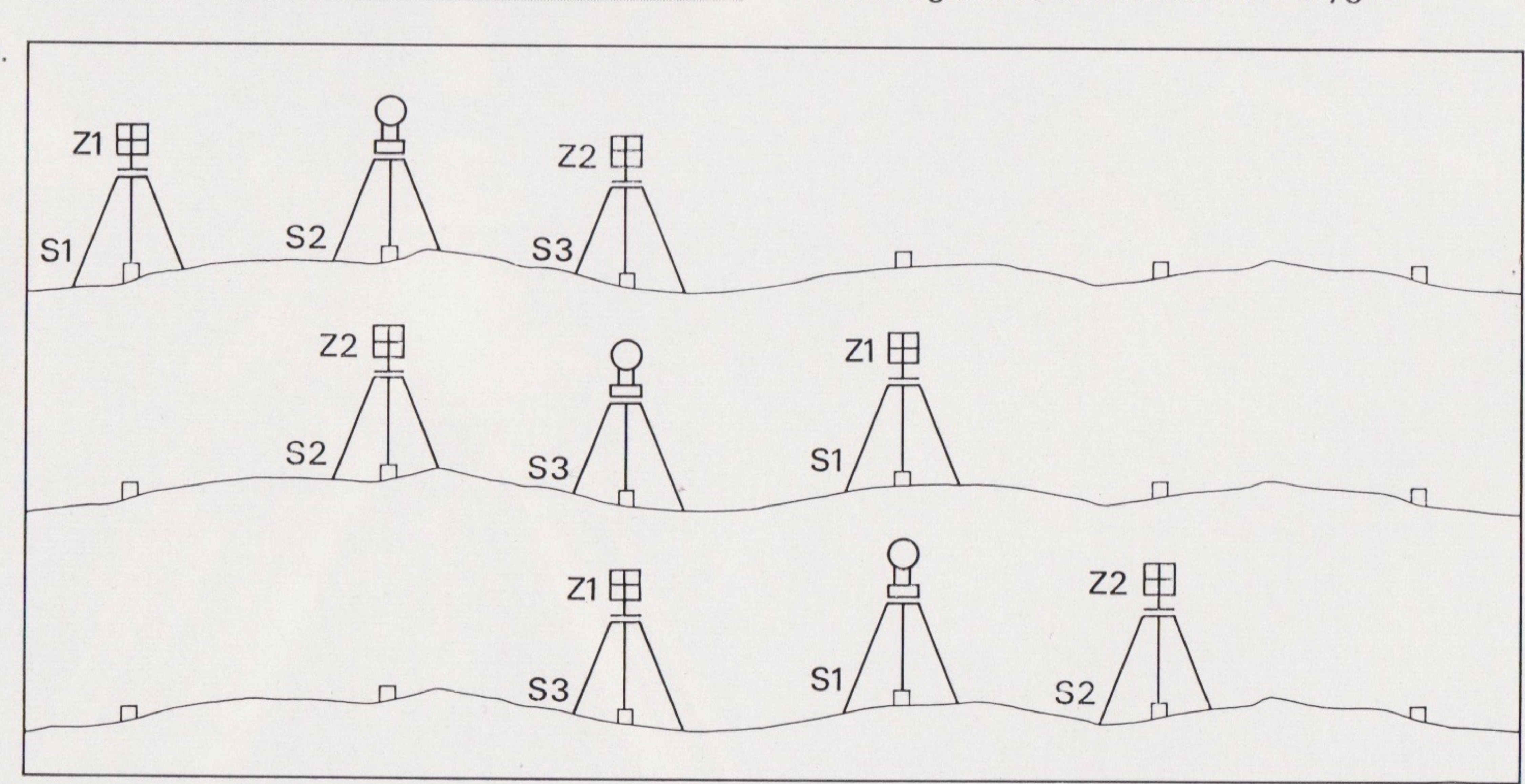


Abb. 13
Signaltafel der Polygonausrüstung PZ
Empfindlichkeit der Röhrenlibelle 50"/2 mm
Vergrößerung des optischen Lots 1,7×
Zielhöhe 170 mm

Abb. 14
Signaltafel mit elektrischer Beleuchtung auf Zentrierstativ.
Das Anschlußkabel des Batteriekörpers paßt auch zu allen Kern Theodoliten und zur Basislatte.

Signaltafel

Die Signaltafel läßt sich mit 27facher oder höherer Fernrohrvergrößerung aus Distanzen bis zu 1 km anzielen. Ein optisches Lot dient zu genauestem Zentrieren. Es kann auf Umschlag geprüft werden.
Die Höhe des horizontalen Zielkeiles über der Anzugplatte beträgt, entsprechend den Instrumentenhöhen, 160 bzw. 170 mm. Die Abweichung der Symmetrieachse des vertikalen Zielkeiles von der Achse des Zentrierzapfens beträgt weniger als 0,2 mm. Die Symmetrieachse des horizontalen Zielkeiles weicht von der Sollhöhe um höchstens ± 1 mm ab.

Abb. 13



Abb. 14





Abb. 15
Polygonwinkelmessung mit dem DKM 3 im Kontrollgang einer Staumauer.

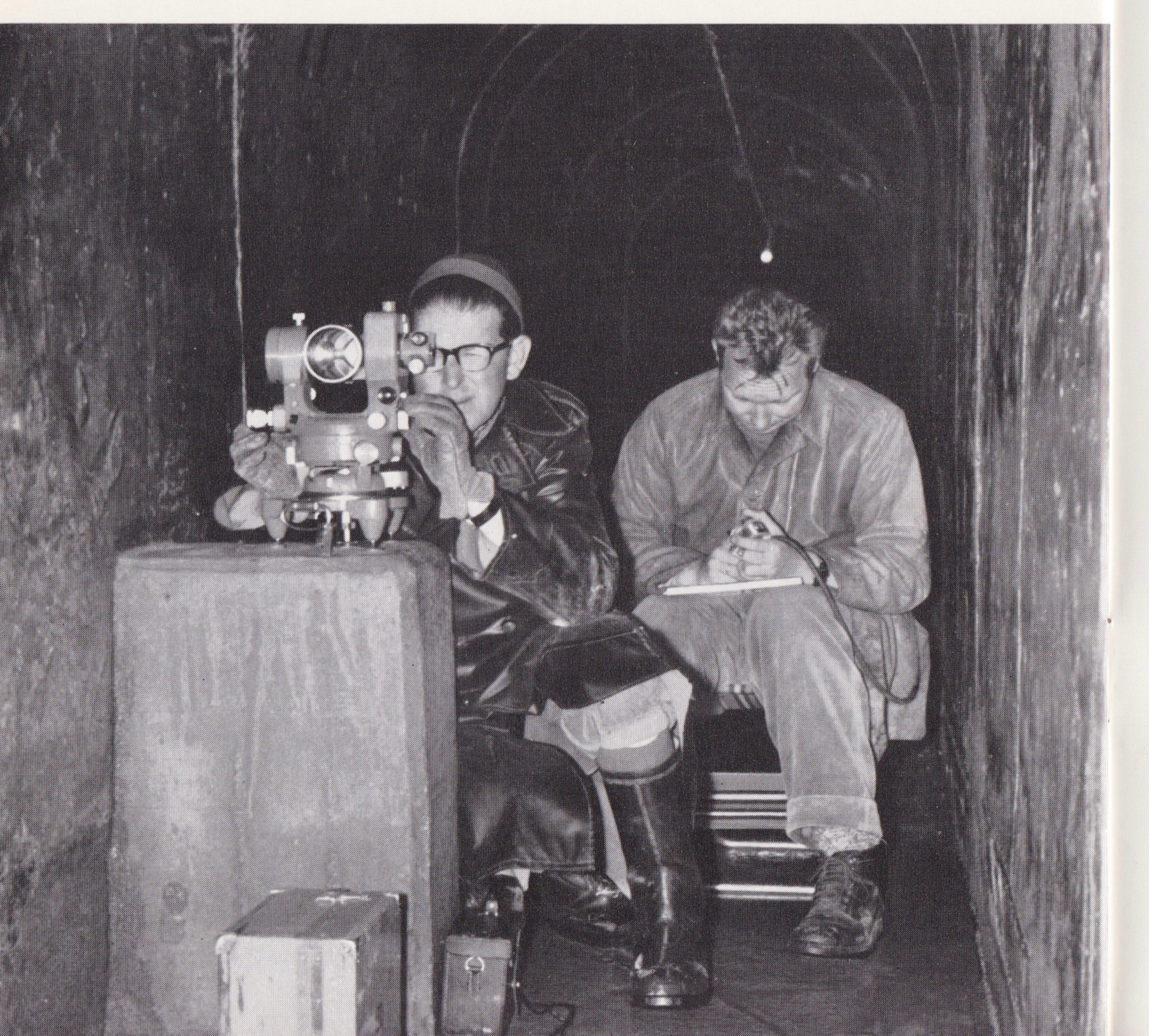


Abb. 16, 17
Trigonometrische Höhenmessung mit der Polygonausrüstung PZ
I Instrumentenhöhe
Z Zielhöhe
a Kippachshöhe des Theodolits
b Höhe des Zielkeiles der Signaltafel über dem Stativkopf
S1, S2 Höhe des Stativkopfes über dem Bodenpunkt

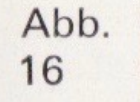


Abb. 16

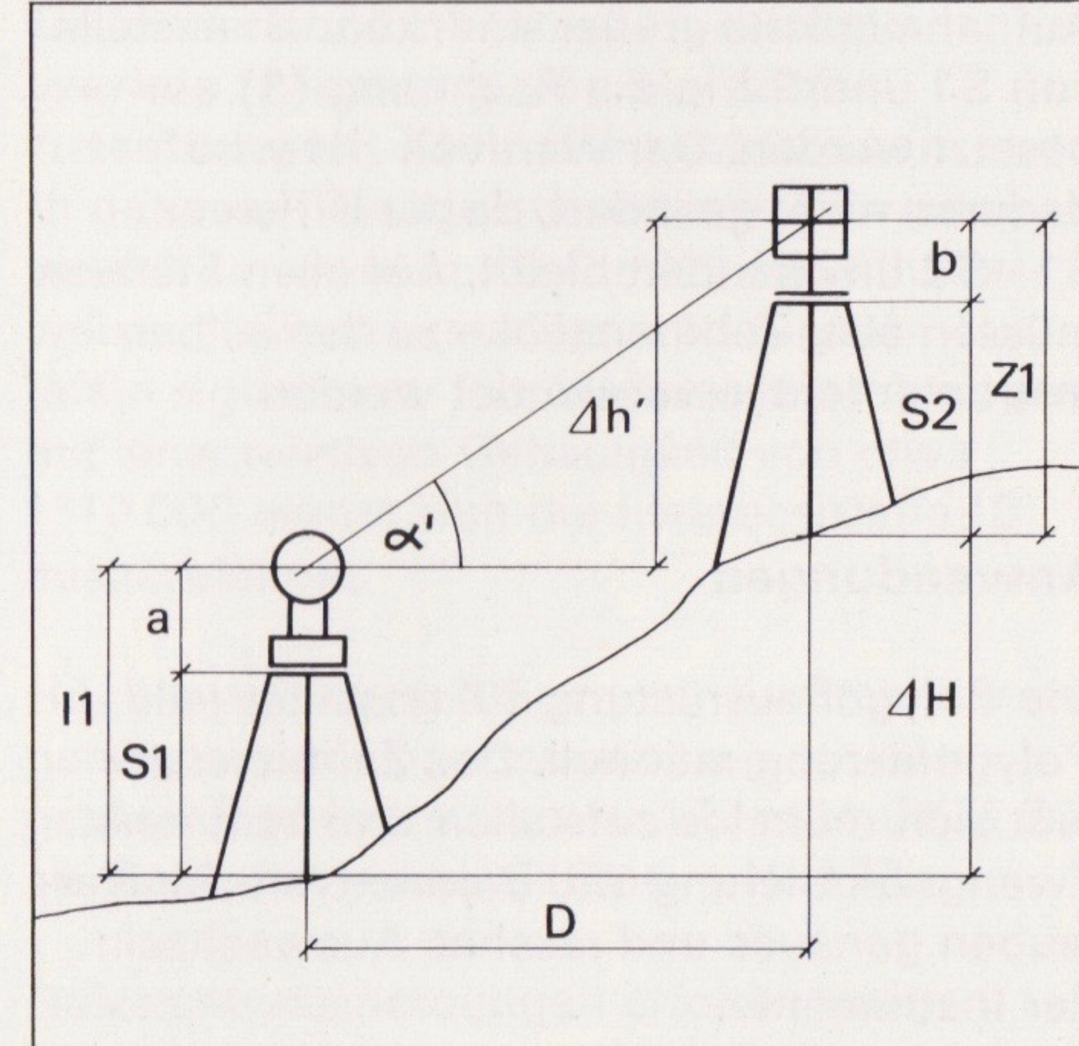
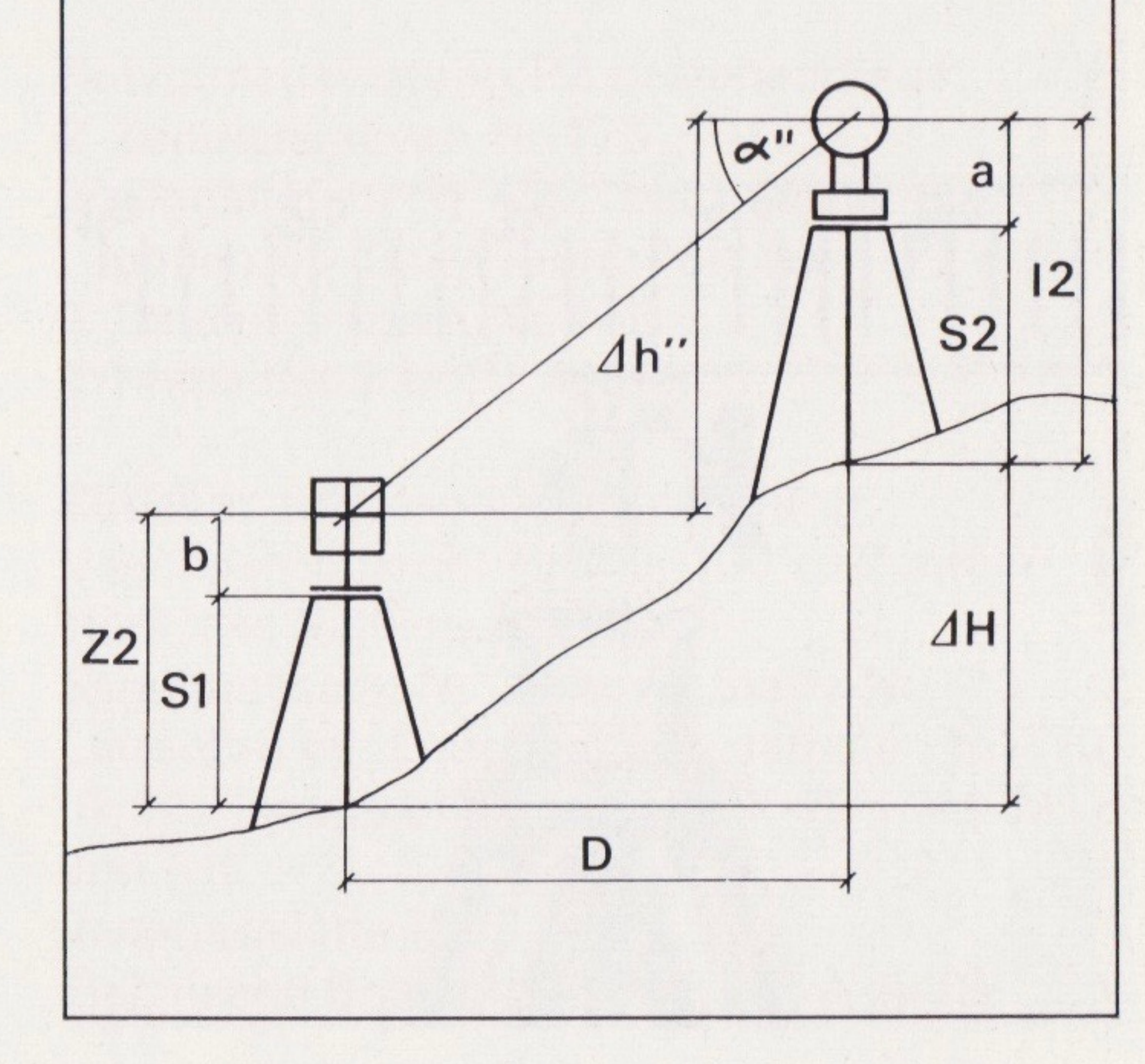


Abb. 17



Bemerkungen zur trigonometrischen Höhenmessung mit der Polygonausrüstung PZ

Wegen des kleinen Horizontierbereiches von Theodolit und Signaltafel ändert sich die Kippachshöhe oder die Höhe des Zielkeiles über der Aufnahmeplatte des Zentrierstatives im Bereich von höchstens 0,6 mm. Deshalb verändert das Neuhorizontieren auf einem Stativ nach Stationswechsel die Höhe von Kern-Instrumenten um wesentlich kleinere Beträge als von Instrumenten mit normalen Fußschrauben. Trigonometrisch bestimmte Höhen in Polygonzügen kommen mit Kern-Ausrüstungen an die Genauigkeit des technischen Nivellements heran.
Durch Messung von gegenseitigen Höhenwinkeln zwischen benachbarten Polygonpunkten und Mitteln der Resultate fallen die Differenzen von Kippachshöhe des Theodolits und Zielkeilhöhe der Signaltafel heraus. Die Höhenübertragung ist frei von unrichtigen Instrumentenhöhen. Fehlerhafte Instrumentenhöhen verfälschen nur die Höhe des betreffenden Bodenpunktes.

Aus Abb. 16 geht hervor:

$$\Delta H = D \cdot tg\,\alpha' + I1 - Z1$$

$$\Delta H = \Delta h' + a + S1 - b - S2 \qquad (1)$$

und aus Abb. 17:

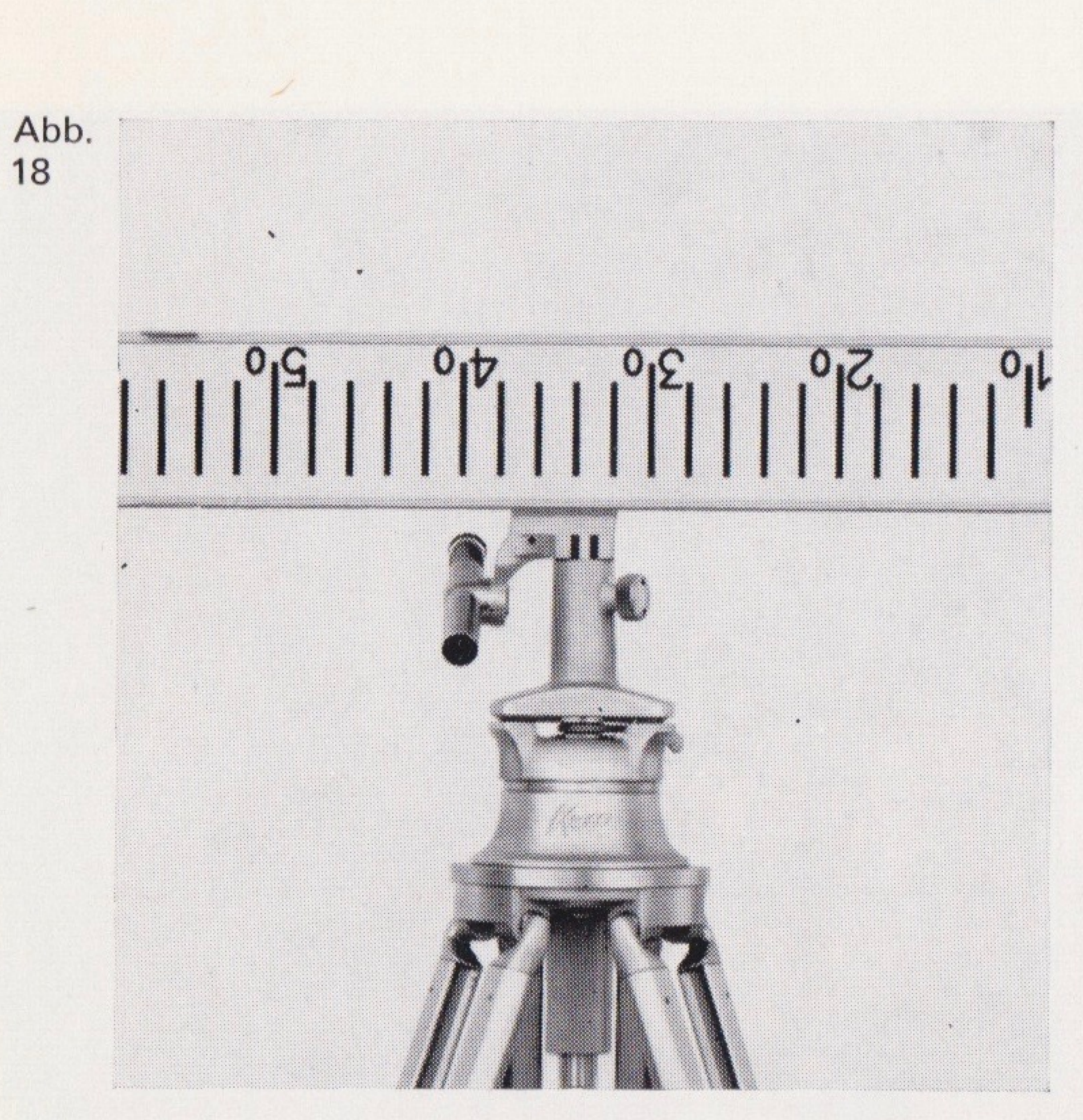
$$\Delta H = D \cdot tg\,\alpha'' + I2 - Z2$$

$$\Delta H = \Delta h'' + a + S2 - b - S1 \qquad (2)$$

Damit für die Mittelbildung $\Delta h'$ und $\Delta h''$ dasselbe Vorzeichen haben, ist eine der

Abb. 18
Meßlatte mit Lattenfuß zum Doppelbild-Tachymeter DK-RT auf Zentrierstativ.

Abb. 18



beiden Gleichungen (1) und (2) negativ zu nehmen. Wird von (1) und (2) das Mittel gebildet, fallen die Größen a und b heraus. Daraus folgt, daß die Ungleichheit zwischen Kippachshöhe und Zielkeilhöhe über dem Stativkopf bei Messung gegenseitiger Höhenwinkel keinen Einfluß auf ΔH hat.

$$\Delta H = \frac{\Delta h' + \Delta h''}{2} + S1 - S2 \qquad (3)$$

In die Höhendifferenz gemäß (3) geht nur der Höhenunterschied $S1 - S2$ der Stativköpfe über dem Boden ein. Für die Höhenbestimmung der Bodenpunkte werden aber die am Zentrierstock abgelesenen Höhen der Theodolit-Kippachse über der Stockspitze benötigt. Diese Werte, die um den konstanten Betrag der Kippachshöhe über der Aufnahmeplatte größer sind, können anstelle von S1 und S2 in die Rechnung (3) eingesetzt werden. Der Wert von ΔH wird dadurch nicht geändert, da die Differenz $S1 - S2$ unverändert bleibt. Auf allen Stativen müssen aber Zentrierstöcke zu demselben Instrumententyp verwendet werden.

Anwendungen

Die Polygonausrüstung PZ gestaltet jede Polygonierung rationell. Das Zentrierstativ läßt sich mühelos aufstellen und zentrieren. Zwangszentrierung und Bajonettverschluß erlauben genaues und rasches Auswechseln der Instrumente.

Katastervermessung
Die Polygonausrüstung wird vorteilhaft ergänzt durch einen Lattenfuß und Lattenhalter mit Diopter. Damit kann die Doppelbildlatte zwangszentriert auf dem Zentrierstativ aufgestellt werden.

Polygonzüge im Bauwesen
Die Invarbasislatte IB ermöglicht zusammen mit einem DKM1 oder DKM2 rationelle Distanzmessung. Die Mittenmarke der Invarbasislatte ist auf Zentrierstativen zwangszentriert.

Absteckung von Stollen und Schrägschächten
Für einige Zwecke, wo das hier übliche Meßband ungeeignet ist, erweist sich die Invarbasislatte mit elektrischer Beleuchtung als sehr zweckmäßig.

Deformationsmessungen an Bauwerken, Messung von Geländerutschungen, Kleintriangulationen
In genauen Triangulationen mit Zielweiten unter 1 km werden die Punkte vorteilhafterweise mit Zentrierstativen und Signaltafeln signalisiert. Für Maßstabseinführungen mit einer relativen Genauigkeit von etwa 1:10 000 eignet sich die Invarbasislatte IB ausgezeichnet.

Höchsten Anforderungen an die Stabilität genügt eine Polygonausrüstung mit den großen Zentrierstativen Nr. 174 zum DKM 3 an Stelle der normalen Stative Nr. 173.

Deformationsmessungen erfordern oft Polygonausrüstungen, mit großen oder kleinen Pfeilergrundplatten an Stelle der Stative.

Bestellangaben

Polygonausrüstung PZ bestehend aus:
2 Zentrierstativen Nr. 173
2 Signaltafeln Nr. 459 (bei Bestellung angeben ob Zielkeilhöhe 160 oder 170 mm)
2 Batteriekörpern Nr. 446
1 Metallbehälter Nr. 459–500

Zubehör auf besondere Bestellung:
Verlängerungsrohr Nr. 171–100 zu Zentrierstock des Statives Nr. 173
Segeltuchsack Nr. 373a zu Stativ Nr. 173
Lattenfuß mit Lattenhalter zusammen Nr. 170, für alle Doppelbildlatten zu DK-RT, DM-M und DR
Invarbasislatte IB
Elektrische Beleuchtung Nr. 274A zu IB

Änderungen infolge technischen Fortschritts vorbehalten.

136 d 3.66 Gedruckt in der Schweiz